

УДК 622.7.621.867.2 © Л.И. Андреева¹, Д.Ю. Крицкий², И.М. Шангареев³, Е.В. Гриненко², 2024

UDC 622.7.621.867.2 © L.I. Andreeva¹, D.Yu. Kritsky², I.M. Shangareev³, E.V. Grinenko², 2024

¹ Челябинский филиал Института горного дела Уральского отделения РАН, 454048, г. Челябинск, Россия

¹ Institute of Mining of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, 620219, Russian Federation

² АО «СУЭК-Красноярск», 660001, г. Красноярск, Россия

² «SUEK-Krasnoyarsk» JSC, Krasnoyarsk, 660001, Russian Federation

³ АО «ЭКГСервис», 454000, г. Челябинск, Россия

³ «EKG Servis» JSC, Chelyabinsk, 454000, Russian Federation

✉ e-mail: tehnozem74@list.ru

✉ e-mail: tehnozem74@list.ru

Результаты опытно-промышленной проверки модернизированной стрелы экскаватора ЭШ 10/70

Pilot test results of an upgraded boom for the ESh 10/70 excavator

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-8-113-117>

В статье представлены результаты комплексной оценки технического состояния стрелы экскаватора ЭШ 10/70, изготовленной на базе применения методического подхода, интегрирующего методы современного проектирования металлоконструкций и инновационные решения по модернизации их элементов. Также приведены и обоснованы причины возникновения дефектов, сделаны рекомендации для качественного содержания и ремонтного обслуживания изделия.

Ключевые слова: модернизация, комплексный подход, ремонтное обслуживание, дефект, дефектоскопия, температурный режим.

Для цитирования: Результаты опытно-промышленной проверки модернизированной стрелы экскаватора ЭШ 10/70. / Л.И. Андреева, Д.Ю. Крицкий, И.М. Шангареев и др. // Уголь.2024;(8):113-117. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-8-113-117.

Abstract

The article presents some results of a comprehensive assessment of the technical condition of the ESh 10/70 excavator boom, manufactured through the use of a methodological approach integrating methods of modern design of metal structures and innovative solutions for the modernization of their elements. The reasons for the occurrence of defects are also given and justified, recommendations are made for the high-quality maintenance of the repair service of the product.

Keywords

Modernization, integrated approach, repair service, defect, flaw detection, temperature regime.

For citation

Andreeva L.I., Kritsky D.Yu., Shangareev I.M., Grinenko E.V. Pilot test results of an upgraded boom for the ESh 10/70 excavator. *Ugol*. 2024;(8):113-117. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-8-113-117.

АНДРЕЕВА Л.И.

Доктор техн. наук,
главный научный сотрудник,
Челябинский филиал
Института горного дела
Уральского отделения РАН,
454048, г. Челябинск, Россия,
e-mail: tehnozem74@list.ru

КРИЦКИЙ Д.Ю.

Начальник отдела
эксплуатации и ремонта
ГТО АО «СУЭК-Красноярск»,
660001, г. Красноярск, Россия,
e-mail: KritskijDY@suek.ru

ШАНГАРЕЕВ И.М.

Технический директор АО «ЭКГСервис»,
454000, г. Челябинск, Россия,
e-mail: ildar@ekg-servis.ru

ГРИНЕНКО Е.В.

Машинист экскаватора,
АО «СУЭК-Красноярск»
филиал «Разрез Бородинский
имени М.И. Щадова»,
663980, г. Бородино, Россия

ВВЕДЕНИЕ

Горнодобывающие предприятия, на территории которых до сих пор эксплуатируются шагающие экскаваторы производства заводов НКМЗ и Донецкгормаш, столкнулись с острой проблемой нехватки запасных частей, особенно металлоконструкций к экскаваторам марок ЭШ-10/70, ЭШ-13/50, ЭШ-14/50. Отечественные машиностроительные заводы не могут обеспечить выпуск достаточного количества изделий по заказу предприятий, эксплуатирующих данные модели экскаваторов.

Как уже было отмечено в статье, опубликованной в журнале «Уголь» (№ 2-2024) [1], челябинское предприятие АО «ЭКГСервис», изучив опыт эксплуатации шагающих экскаваторов, спроектировало и изготовило стрелу с элементами модернизации для экскаватора ЭШ-10/70, работающего на одном из угольных предприятий Красноярского края.

В рамках гарантийного срока и авторского надзора за изделием разработчиками и поставщиками стрелы в апреле 2024 г. был проведен контроль ее фактического технического состояния после эксплуатации в осенне-зимний период.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРЕЛЫ

Производственная (использование по назначению) и техническая (ремонтное обслуживание) эксплуатация шагающих экскаваторов требует от производителей многосторонних и разнообразных знаний для того, чтобы своевременно и точно определять текущее техническое состояние узлов и металлоконструкций машины. Кроме того, по сравнению с другими марками экскаваторов следует учитывать ряд особенностей: необходимость подготовки специальных площадок для размещения собственно кузова, опорной базы, а также выкладки стрелы для обслуживания и ремонта [2, 3].

За время, прошедшее с момента сборки и монтажа модернизированной стрелы шагающего экскаватора ЭШ 10/70, эксплуатируемого в АО «СУЭК-Красноярск», прошло шесть месяцев. Вполне очевидно, что разработчики металлоконструкции, челябинское предприятие «ЭКГСервис», были очень заинтересованы в положительном результате эксплуатации своего изделия, поскольку наличие достаточных производственных площадей, станков, оборудования и кооперация с другими предприятиями и научными организациями позволили спроектировать и изготовить стрелу в заданные сроки и с надлежащим качеством.

Сборка, монтаж и эксплуатация экскаватора осуществлялись в осенне-зимний период, что обусловило некоторое снижение его производительности – в среднем 220 тыс. куб. м при объективном ухудшении условий работы (резко континентальный климат, экстремально низкие температуры минус 40–45°С).

Контрольная проверка технического состояния стрелы экскаватора ЭШ 10/70 была проведена группой специалистов – разработчиков металлоконструкции стрелы с привлечением

работников предприятия – механиков и специалистов по ультразвуковой дефектоскопии (УЗД). Работа производилась в рамках гарантийного срока и авторского надзора изделия изготовителем.

Опускание стрелы осуществлялось в строгом соответствии с технологическим регламентом – выверенной процедурой выкладки стрелы на земляной вал и деревянные шпалы. Стрелу опускали плавно, без рывков, предварительно демонтировав ковш (рис. 1, рис. 2).

При детальном осмотре металлоконструкций стрелы были выявлены некоторые конструктивно-технологические отклонения локального характера, в основном допущенные при сборке и монтаже стрелы на территории Заказчика (подтверждено Протоколом от 21.11.2023). Образовавшиеся в этот период незначительные дефекты, возможно, связаны с условиями эксплуатации экскаватора в зимний период (просадка грунта под опорной базой, продольно-поперечный уклон рабочей площадки, трудоемкое извлечение крупных смерзшихся кусков породы из забоя и т.п.), а также с режимами эксплуатации (разналадка приводов лебедки подъема ковша и механизма поворота экскаватора).

Во время проведения обследования и оценки технического состояния стрелы экскаватора дефект (рис. 3) был устранен ремонтной службой предприятия.

Отметим, что разрушение – это постоянный процесс, развивающийся в металле во времени. Моменту возникновения трещины критического размера предшествует постоянное накопление очагов разрушения от влияния знакопеременных нагрузок («черпанье – разворот») [4, 5, 6].

В данном случае, (см. рис. 3) дислокация, т.е. перемещение дефекта произошло в месте пересечения плоскостей металла (рис. 4, а).

Также при проведении сварочных работ на тяжело нагруженных элементах стрелы экскаватора следует избегать поперечных сварочных швов. Любые неровные поверхности металлоконструкций являются концентраторами напряжений и способствуют формированию микротрещин (рис. 4, б).



Машинист экскаватора ЭШ-10/70 в кабине



Рис. 1. Процесс опускания стрелы экскаватора ЭШ 10/70
 Fig. 1. The process of lowering the boom of the ASh 10/70 excavator



Рис. 3. Трещина (l – 20 мм) в месте крепления раскосов к стойке прожекторной площадки нижней секции стрелы
 Fig. 3. Crack (l – 20 mm) at the place where the braces are attached to the rack of the searchlight platform of the lower section of the boom



Рис. 2. Выкладка стрелы на земляной вал и деревянные шпалы
 Fig. 2. Laying out the boom on the earthen rampart and wooden sleepers



Рис. 5. Установка разрезной втулки на регулируемых раскосах стрелы
 Fig. 5. Installation of the split sleeve on the adjustable boom struts

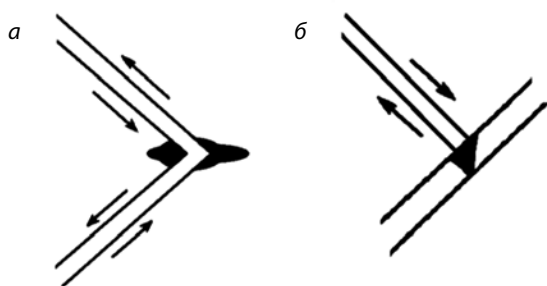


Рис. 4. Схемы механизма зарождения и развития трещин
 Fig. 4. Diagrams of the mechanism of origin and development of cracks

«Поведение» металла в местах соприкосновения с другим металлом зависит от величины приложенных напряжений (нагрузок) и равномерного либо неравномерного их распределения по поверхности соприкосновения с другим элементом а именно, с металлоконструкцией стрелы (рис. 5).

Поэтому асимметричная установка разрезной втулки с «точечным» сварным швом в условиях скачкообразного возрастания нагрузок на элементы стрелы может привести к критическим концентрациям напряжений и обра-

зованию очагов хрупких разрушений, а также возможной «расстыковке» металлоконструкций. В качестве внешних факторов, способствующих резкой концентрации напряжений, могут стать низкие отрицательные температуры.

Остальные дефекты, выявленные при осмотре стрелы, носят локальный характер и могут быть устранены при проведении ремонтного обслуживания экскаватора в плановом режиме. Ультразвуковая дефектоскопия швов металлоконструкции стрелы не выявила каких-либо существенных отклонений (рис. 6).

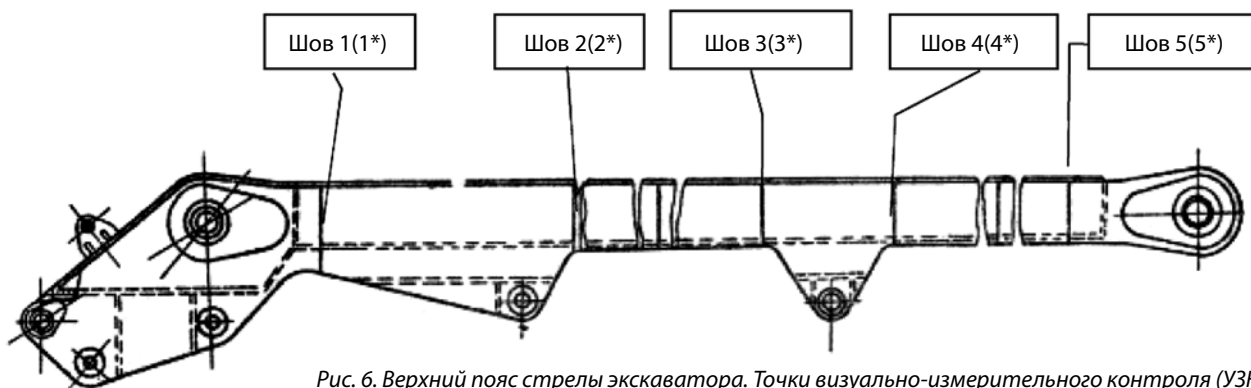


Рис. 6. Верхний пояс стрелы экскаватора. Точки визуально-измерительного контроля (УЗК)

Fig. 6. The upper belt of the excavator boom. Points of visual and measuring control (UZK)

В КАЧЕСТВЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ

Результаты проведенных опытно-промышленной проверки и оценки технического состояния стрелы экскаватора ЭШ-10/70 позволяют сделать некоторые пояснения и рекомендации по дальнейшей эксплуатации и ремонтному обслуживанию металлоконструкций стрелы.

Эффективность работы экскаваторов, являющихся основным звеном технологического цикла, напрямую зависит от качества подготовки забоя; рационального планирования эксплуатации машин во взаимосвязи с природно-климатическими условиями; комфортных условий для обслуживающего персонала; своевременной организации ремонтных воздействий; технической оснащенности ремонтной базы и, что немаловажно, обеспеченности необходимым объемом качественных запасных частей и комплектующих [7, 8, 9].

Устранение выявленных повреждений, особенно в зимний период, должно производиться с учетом ряда специальных требований, в противном случае, отремонтированный участок конструкции стрелы окажется более опасным и ненадежным. В таких условиях увеличивается скорость остывания металла околошовной зоны после сварочных работ повышается опасность водородного охрупчивания (растрескивания металла) и зарождения дефектов шва [1, 10, 11].

Для снижения неблагоприятного влияния отрицательных температур на качество сварных швов необходимы правильный выбор электродов и технологий сварки, предварительный подогрев металлоконструкции и оптимальная скорость отвода тепла (15 кДж/см).

Сварку следует производить узкими и короткими валиками с постоянным (постепенным) охлаждением шва. Ширина валика – не более двух диаметров электродного стержня, длину устанавливать соответственно длине расплавленного электрода. Сразу же после наложения шва следует проковать его пневмозубилом с радиусом закругления 2-3 мм для снятия концентраторов напряжений [12, 13, 14]. После сварки дефектов целесообразно произвести полную ультразвуковую дефектоскопию всех швов.

В результате смерзания взорванного массива в зимний период энергоемкость процесса разрушения породы рабочим оборудованием экскаватора возрастает на 20-25%. При этом резко увеличиваются пиковые нагрузки

на синхронный двигатель (СД), поэтому более эффективно не останавливать экскаватор, а ограничивать режим его работы [15]. Это будет способствовать уменьшению напряжений, формируемых в основных узлах металлоконструкций экскаватора, и тем самым позволит снизить вероятность возникновения хрупких разрушений в местах соединений и стыков [16]. Полная остановка машин с активированием их простоев не дает должного эффекта. Это нарушает температурный баланс системы, имеющей место при условии непрерывной работы экскаватора. Неравномерное охлаждение массивных узлов в период полной остановки экскаватора, застывание смазки, появление конденсата могут вызвать дополнительные нагрузки в основных узлах в момент запуска и явиться причиной активизации уже зародившихся трещин в металлоконструкции стрелы.

Кроме того, обслуживающая экскаватор организация должна быть сертифицирована, иметь опыт сборки и монтажа подобных металлоконструкций, высокую квалификацию исполнителей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты, полученные в ходе комплексной оценки технического состояния модернизированной стрелы экскаватора ЭШ 10/70, свидетельствуют о ее надлежащем состоянии. Имеются незначительные дефекты, которые в основном были сформированы во время эксплуатации экскаватора в осенне-зимний период. Необходимо отметить, что соблюдение условий и режимов эксплуатации экскаватора, разработка программы, позволяющей производить выбор оптимального количества дней производительной работы машины в обычном и холостом режимах при критически низких температурах, обеспечат надежную эксплуатацию экскаватора при условии ежедневного мониторинга узлов, агрегатов и металлоконструкций.

По мнению экипажа экскаватора и обслуживающего персонала, металлоконструкция стрелы находится в хорошем состоянии и, выполняя свою функцию, позволяет обеспечивать заданные плановые показатели.

Таким образом, результаты комплексной проверки технического состояния металлоконструкции стрелы экскаватора ЭШ 10/70 позволяют сделать вывод, что для долгосрочного ее использования и сохранения качественных

характеристик необходим своевременный и постоянный контроль всех сварных швов, целостности металлоконструкции. Это позволит своевременно выявлять возникшие отклонения и в короткие сроки устранять их с необходимым качеством.

Список литературы • References

1. Модернизация стрелы экскаватора ЭШ-10/70 в условиях технологического суверенитета / Л.И. Андреева, П.В. Давыдов, И.М. Шангареев и др. // Уголь. 2024. № 2. С. 47-51. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-47-51.
Andreeva L.I., Davydov P.V., Shangareev I.M., Lapin V.O. Modernization of the ЭШ-10/70 excavator boom in terms of technological sovereignty. *Ugol'*. 2024;(2):47-51. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-2-47-51.
2. Махно Д.Е. Эксплуатация и ремонт карьерных экскаваторов в условиях Севера. М: Недра, 1984. 130 с.
3. Зайцев Л.В. Исследование функциональных взаимосвязей и определение рациональных значений основных параметров одноковшовых экскаваторов: дисс. ... канд. техн. наук. М., 1971.
4. Доронин С.В. Расчеты на прочность и прогнозирование надежности элементов металлоконструкций карьерных экскаваторов: Дисс. ... канд. техн. наук. Красноярск, 1993. 163 с.
5. Горные машины. Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV-24 / Ю.А. Лагунова А.П. Комиссаров, В.С. Шестаков и др. М: Машиностроение, 2011. 496 с.
6. Корнилков С.В., Яковлев А.В., Маттис А.Р. Некоторые проблемы выпуска мощных отечественных экскаваторов // Известия вузов. Горный журнал. 2011. № 1. С. 12-16.
Kornilkov S.V., Yakovlev A.V., Mattis A.R. Some problems of production of powerful domestic excavators. *Izvestiya vuzov. Gornyj zhurnal*. 2011;(1):12-16. (In Russ.).
7. Анистратов Ю.А., Анистратов К.Ю. Технологические процессы открытых горных работ. М: ООО НТЦ Горное дело, 2008. 448 с.
8. Булес П. Эффективность эксплуатации карьерных экскаваторов с электромеханическим и гидравлическим приводом основных механизмов // Горная промышленность. 2014. № 6. С. 36-37.
Boules P. Efficiency of operation of quarry excavators with electro-mechanical and hydraulic drive of the main mechanisms. *Gornaya promyshlennost'*. 2014;(6):36-37. (In Russ.)
9. Geu Flores F., Kecskemethy A., Pottker A. Workspace analysis and maximal force calculation of a face-shovel excavator using kinematical transformers. 12th IFToMM World Congress. Besancon. June 18-21, 2007. P. 6.
10. Савченко А.Я. Совершенствование методологии оценки качества высокопроизводительного экскавационного оборудования большой единичной мощности на этапе эксплуатации // Горные машины и автоматика. 2001. № 1. С. 4-6.
Savchenko A.Ya. Improving the methodology for assessing the quality of high-performance excavating equipment of large unit capacity at the operational stage. *Gornye mashiny i avtomatika*. 2001;(1):4-6. (In Russ.)
11. Климов С.А., Штейнцайг Р.М., Хаспеков П.Р. О программе кооперативного производства экскаваторов нового поколения // Горная промышленность. 1999. № 2. С. 15-17.
Klimov S.A., Steintsajg R.M., Haspekov P.R. On the program of cooperative production of new generation excavators. *Gornaya promyshlennost'*. 1999;(2):15-17. (In Russ.)
12. Комиссаров А.П. Новые подходы в создании карьерных экскаваторов // Механизация строительства. 2000. № 2. С. 6-7.
Komissarov A.P. New approaches in the creation of quarry excavators. *Mekhanizatsiya stroitelstva*. 2000;(2):6-7. (In Russ.)
13. Park B. Development of a virtual reality excavator simulator: a mathematical model of excavator digging and a calculation methodology. PhD Diss. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia, USA, 2002. 223 p.
14. Зонова О.В., Шевелева О.Б., Слесаренко Е.В. Тренды развития угольной отрасли в условиях внешних шоков // Уголь. 2023. № 2. С. 26-30. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-2-26-30.
Zonova O.V., Sheveleva O.B., Slesarenko E.V. Trends in the development of the coal industry in the face of external shocks. *Ugol'*. 2023;(2):26-30. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-2-26-30.
15. Корешков Н.А., Оленбергер И.М. Влияние угольной промышленности Кузбасса на его экологию / Экологические проблемы промышленно развитых и ресурсодобывающих регионов: пути решения: сборник трудов Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Кемерово, 21-22 декабря 2016 года. Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2016. С. 22.
16. Слесарев Б.В., Булес П. Исследование условий и параметров экскавации мощных карьерных экскаваторов / Материалы конференции «Машины и оборудование для открытых горных работ». В рамках 19-й Международной выставки «Горное оборудование, добыча и обогащение руд и минералов», 21 апреля 2015. М. С. 3-4.

Authors Information

Andreeva L.I. – Doctor of Engineering Science, Chief Researcher, Head of the TRP Repair Department, Institute of Mining of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, 620219, Russian Federation, e-mail: tehnoem74@list.ru

Kritsky D.Yu. – Head of the GTO Operation and Repair Department, «SUEK-Krasnoyarsk» JSC, Krasnoyarsk, 660001, Russian Federation, e-mail: KritskijDY@suek.ru

Shangareev I.M. – Technical Director, «EKG Servis» JSC, Chelyabinsk, 454000, Russian Federation, e-mail: ildar@ekg-servis.ru

Grinenko E.V. – Excavator driver, «SUEK-Krasnoyarsk» JSC, Krasnoyarsk, 660001, Russian Federation

Информация о статье

Поступила в редакцию: 11.06.2024

Поступила после рецензирования: 15.07.2024

Принята к публикации: 26.07.2024

Paper info

Received June 11, 2024

Reviewed July 15, 2024

Accepted July 26, 2024



ЭКГСЕРВИС

